

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-039231

(43)Date of publication of application : 06.02.2002

(51)Int.Cl.

F16D 48/06

(21)Application number : 2000-219055

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 19.07.2000

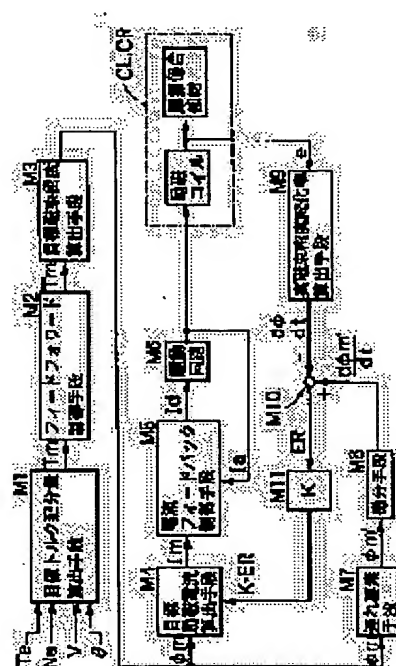
(72)Inventor : OKUMA SHINJI  
IWASAKI AKIHIRO  
KURIBAYASHI TAKASHI  
TOMARI TATSUHIRO  
HORI MASAKATSU

## (54) ELECTROMAGNETIC CLUTCH CONTROL DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To compensate for lowering of responsiveness due to a disturbance element, such as an air gap of an armature, in an electromagnetic clutch control device to perform feedback control of a current such that a real exciting current is caused to coincide with a target exciting current.

**SOLUTION:** Delay target magnetic flux density  $\phi_{tm}'$  where a delay element of a control system is added to a target magnetic flux  $\phi_{tm}$  is calculated by a delay element means M7. Time differential of the delay target magnetic flux density  $\phi_{tm}'$  is effected by a differential means M8 to calculate a delay target magnetic flux density rate-of-change  $d\phi_{tm}'/dt$ . Meanwhile, a real magnetic flux density rate-of-change  $d\phi_{rm}/dt$  of electromagnetic clutches CL and CR is calculated by a real magnetic flux density rate-of-change calculating means M9 and a deviation ER between the two magnetic flux density of rates-of-change  $d\phi_{tm}'/dt$  and  $d\phi_{rm}/dt$  is calculated by a deviation calculating means M10. A target exciting current  $I_m$  is corrected based on the ER by a target exciting current calculating means M4 and feedback control is executed such that a real exciting current  $I_a$  coincides with the target exciting current  $I_m$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-39231

(P2002-39231A)

(43)公開日 平成14年2月6日(2002.2.6)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F 1 6 D 48/06

識別記号

F I

F 1 6 D 27/16

データベース(参考)

C 3 J 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2000-219055(P2000-219055)

(22)出願日 平成12年7月19日(2000.7.19)

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)発明者 大熊 信司

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社  
本田技術研究所内

(72)発明者 岩崎 明裕

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社  
本田技術研究所内

(74)代理人 100071870

弁理士 落合 健 (外1名)

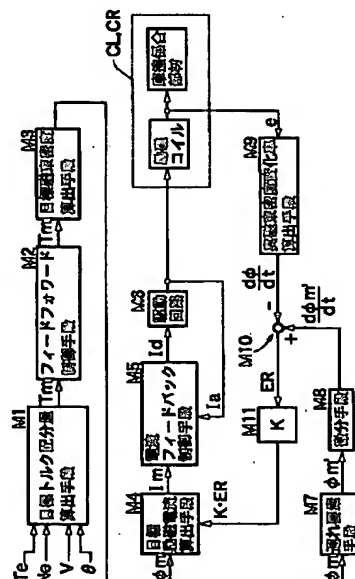
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電磁クラッチ制御装置

(57)【要約】

【課題】 実励磁電流を目標励磁電流に一致させる電流フィードバック制御を行う電磁クラッチ制御装置において、アマチュアのエアギャップ等の外乱要素に起因する応答性の低下を補償する。

【解決手段】 遅れ要素手段M7で目標磁束密度 $\phi_m$ に制御系の遅れ要素を加味した遅れ目標磁束密度 $\phi_{m'}$ を算出し、微分手段M8で遅れ目標磁束密度 $\phi_{m'}$ を時間微分して遅れ目標磁束密度変化率 $d\phi_{m'}/dt$ を算出する。一方、実磁束密度変化率算出手段M9で電磁クラッチCL, CRの実磁束密度変化率 $d\phi/dt$ を算出し、偏差算出手段M10で両磁束密度変化率 $d\phi_{m'}/dt$ ,  $d\phi/dt$ の偏差ERを算出する。そして目標励磁電流算出手段M4で、前記ERに基づいて目標励磁電流 $I_m$ を補正し、この目標励磁電流 $I_m$ に実励磁電流 $I_a$ が一致するようにフィードバック制御を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 目標締結力 ( $T_m$ ) に基づいて電磁クラッチ (CL, CR) に発生させるべき目標磁束密度 ( $\phi_m$ ) を算出する目標磁束密度算出手段 (M3) と、目標磁束密度 ( $\phi_m$ ) に基づいて電磁クラッチ (CL, CR) に供給する目標励磁電流 ( $I_m$ ) を算出する目標励磁電流算出手段 (M4) と、電磁クラッチ (CL, CR) に流れる実励磁電流 ( $I_a$ ) を検出する実励磁電流検出手段 (37) と、フィードバック制御により実励磁電流 ( $I_a$ ) を目標励磁電流 ( $I_m$ ) に一致させる電流フィードバック制御手段 (M5) と、を備えた電磁クラッチ制御装置において、目標磁束密度 ( $\phi_m$ ) に制御系の遅れ要素を加味した遅れ目標磁束密度 ( $\phi_{m'}$ ) を算出する遅れ要素手段 (M7) と、遅れ目標磁束密度 ( $\phi_{m'}$ ) を時間微分して遅れ目標磁束密度変化率 ( $d\phi_{m'}/dt$ ) を算出する微分手段 (M8) と、電磁クラッチ (CL, CR) の実磁束密度変化率 ( $d\phi/dt$ ) を算出する実磁束密度変化率算出手段 (M9) と、電磁クラッチ (CL, CR) の遅れ目標磁束密度変化率 ( $d\phi_{m'}/dt$ ) および実磁束密度変化率 ( $d\phi/dt$ ) の偏差 (ER) を算出する偏差算出手段 (M10) と、を備え、前記目標励磁電流算出手段 (M4) は目標励磁電流 ( $I_m$ ) を前記偏差 (ER) に基づいて補正することを特徴とする電磁クラッチ制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、フィードバック制御により実励磁電流を目標励磁電流に一致させる電流フィードバック制御手段を備えた電磁クラッチの制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 2個のクラッチを備えた駆動力配分装置を介してエンジンの駆動力を左右の駆動輪に配分可能にし、旋回外輪に配分する駆動力を増加するとともに旋回内輪に配分する駆動力を減少させることにより、旋回方向のヨーモーメントを発生させて旋回性能を高める技術は公知である。かかる駆動力配分装置において、前記2個のクラッチを電磁クラッチで構成したものが本出願人により既に提案されている (特願平2000-96061参照)。

【0003】 従来、かかる電磁クラッチ制御装置では、電磁クラッチの目標磁束密度から目標励磁電流を算出し、実際に電磁クラッチに流れる実励磁電流が前記目標励磁電流に一致するように電流フィードバック制御を行っていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで上記従来のものは、電磁クラッチのアマチュアのエアギャップが所定の値にあることを前提として目標磁束密度から目標励磁電流を算出しているが、電磁クラッチの励磁コイルを消磁するとアマチュアの吸着が解除されてエアギャップが広くなるため、励磁コイルを励磁した瞬間にエアギャップの拡大により目標磁束密度と目標励磁電流との関係に誤差が生じてしまい、適切な目標励磁電流を算出できなくなって電磁クラッチの応答性が低下してしまう問題があった。

【0005】 本発明は前述の事情に鑑みてなされたもので、実励磁電流を目標励磁電流に一致させる電流フィードバック制御を行う電磁クラッチ制御装置において、アマチュアのエアギャップが広がっている等の外乱要素に起因する応答性の低下を補償することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、請求項1に記載された発明によれば、目標締結力に基づいて電磁クラッチに発生させるべき目標磁束密度を算出する目標磁束密度算出手段と、目標磁束密度に基づいて電磁クラッチに供給する目標励磁電流を算出する目標励磁電流算出手段と、電磁クラッチに流れる実励磁電流を検出する実励磁電流検出手段と、フィードバック制御により実励磁電流を目標励磁電流に一致させる電流フィードバック制御手段とを備えた電磁クラッチ制御装置において、目標磁束密度に制御系の遅れ要素を加味した遅れ目標磁束密度を算出する遅れ要素手段と、遅れ目標磁束密度を時間微分して遅れ目標磁束密度変化率を算出する微分手段と、電磁クラッチの実磁束密度変化率を算出する実磁束密度変化率算出手段と、電磁クラッチの遅れ目標磁束密度変化率および実磁束密度変化率の偏差を算出する偏差算出手段とを備え、前記目標励磁電流算出手段は目標励磁電流を前記偏差に基づいて補正することを特徴とする電磁クラッチ制御装置が提案される。

【0007】 上記構成によれば、電磁クラッチの目標磁束密度に制御系の遅れ要素を加味した遅れ目標磁束密度を算出し、この遅れ目標磁束密度を時間微分した遅れ目標磁束密度変化率を電磁クラッチの実磁束密度変化率と比較して両者の偏差を算出し、励磁コイルを励磁した瞬間にアマチュアのエアギャップが広がっていること等の外乱要素に起因して発生する目標励磁電流の誤差を前記偏差に基づいて補償するので、電磁クラッチの締結時における応答性の低下を効果的に防止することができる。

## 【0008】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施の形態を、添付図面に示した本発明の実施例に基づいて説明する。

【0009】 図1～図10は本発明の一実施例を示すもので、図1は駆動力配分装置の構造を示す図、図2は中低車速域での右旋回時における駆動力配分装置の作用を示す図、図3は中低車速域での左旋回時における駆動力

配分装置の作用を示す図、図4は図1の要部拡大図、図5は図4の5-5線断面図、図6は図4の6-6線断面図、図7は図4の7-7線断面図、図8は電磁クラッチの実励磁電流I aおよび起電圧eの検出手法の説明図、図9は制御系のブロック図、図10はステップ状に変化する入力目標磁束密度に対する出力磁束密度および磁束密度変化率の変化を示すグラフである。

【0010】図1に示すように、フロントエンジン・フロントドライブの車両の車体前部に横置きに搭載したエンジンEの右端にトランスミッションMが接続されており、これらエンジンEおよびトランスミッションMの後部に駆動力配分装置Tが配置される。駆動力配分装置Tの左端および右端から左右に延びる左ドライブシャフトALおよび右ドライブシャフトARには、それぞれ左前輪WFLおよび右前輪WFRが接続される。

【0011】駆動力配分装置Tは、トランスミッションMから延びる入力軸1に設けた入力ギヤ2に噛み合う外歯ギヤ3からトルクが伝達される差動装置Dを備える。差動装置Dはダブルピニオン式の遊星歯車機構よりなり、前記外歯ギヤ3と一体に形成されたリングギヤ4と、このリングギヤ4の内部に同軸に配設されたサンギヤ5と、前記リングギヤ4に噛み合うアウトプラネタリギヤ6および前記サンギヤ5に噛み合うインナプラネタリギヤ7を、それらが相互に噛み合う状態で支持するプラネタリキャリア8とから構成される。差動装置Dは、そのリングギヤ4が入力要素として機能するとともに、一方の出力要素として機能するサンギヤ5が左出力軸9Lを介して左前輪WFLに接続され、また他方の出力要素として機能するプラネタリキャリア8が右出力軸9Rを介して右前輪WFRに接続される。

【0012】左出力軸9Lの外周に回転自在に支持されたキャリア部材11は、円周方向に90°間隔で配置された4本のピニオン軸12を備えており、第1ピニオン13、第2ピニオン14および第3ピニオン15を一体に形成した3連ピニオン部材16が、各ピニオン軸12にそれぞれ回転自在に支持される。

【0013】左出力軸9Lの外周に回転自在に支持されて前記第1ピニオン13に噛み合う第1サンギヤ17は、差動装置Dのプラネタリキャリア8に連結される。\*

$$NL/NR = (Zd/Zc) \times (Za/Zb)$$

$$= 1.143$$

上述のようにして、左前輪WFLの回転数NLが右前輪WFRの回転数NRに対して増速されると、図2に斜線を施した矢印で示したように、旋回内輪である右前輪WFRのトルクの一部を旋回外輪である左前輪WFLに伝達することができる。

【0019】尚、キャリア部材11を右電磁クラッチCRにより停止させる代わりに、右電磁クラッチCRの締結力を適宜調整してキャリア部材11の回転数を減速すれば、その減速に応じて左前輪WFLの回転数NLを右

\*また左出力軸9Lの外周に固定された第2サンギヤ18は前記第2ピニオン14に噛み合う。更に、左出力軸9Lの外周に回転自在に支持された第3サンギヤ19は前記第3ピニオン15に噛み合う。

【0014】実施例における第1ピニオン13、第2ピニオン14、第3ピニオン15、第1サンギヤ17、第2サンギヤ18および第3サンギヤ19の歯数は以下のとおりである。

【0015】第1ピニオン13の歯数  $Zb = 17$

10 第2ピニオン14の歯数  $Zd = 17$

第3ピニオン15の歯数  $Zf = 34$

第1サンギヤ17の歯数  $Za = 32$

第2サンギヤ18の歯数  $Zc = 28$

第3サンギヤ19の歯数  $Ze = 32$

第3サンギヤ19は左電磁クラッチCLを介してハウジング20に結合可能であり、左電磁クラッチCLの係合によってキャリア部材11の回転数が増速される。またキャリア部材11は右電磁クラッチCRを介してハウジング20に結合可能であり、右電磁クラッチCRの係合によってキャリア部材11の回転数が減速される。そして前記右電磁クラッチCLおよび左電磁クラッチCLは、マイクロコンピュータを含む電子制御ユニットUにより制御される。

【0016】電子制御ユニットUは、エンジントルクTe、エンジン回転数Ne、車速Vおよび操舵角θを所定のプログラムに基づいて演算処理し、前記左電磁クラッチCLおよび右電磁クラッチCRを制御する。

【0017】而して、車両の中低車速域での右旋回時には、図2に示すように電子制御ユニットUからの指令により右電磁クラッチCRが係合し、キャリア部材11をハウジング20に結合して停止させる。このとき、左前輪WFLと一体の左出力軸9Lと、右前輪WFRと一体の右出力軸9R（即ち、差動装置Dのプラネタリキャリア8）とは、第2サンギヤ18、第2ピニオン14、第1ピニオン13および第1サンギヤ17を介して連結されているため、左前輪WFLの回転数NLは右前輪WFRの回転数NRに対して次式の関係で増速される。

【0018】

$$\dots (1)$$

前輪WFRの回転数NRに対して増速し、旋回内輪である右前輪WFRから旋回外輪である左前輪WFLに任意のトルクを伝達することができる。

【0020】一方、車両の中低車速域での左旋回時には、図3に示すように電子制御ユニットUからの指令により左電磁クラッチCLが係合し、第3ピニオン15が第3サンギヤ19を介してハウジング20に結合される。その結果、左出力軸9Lの回転数NLに対してキャリア部材11の回転数が増速され、右前輪WFRの回転数N

Rは左前輪WFLの回転数NLに対して次式の関係で増速される。

\*【0021】

$$\begin{aligned} NR/NL &= \{1 - (Ze/Zf) \times (Zb/Za)\} \\ &\div \{1 - (Ze/Zf) \times (Zd/Zc)\} \\ &= 1.167 \end{aligned} \quad \dots (2)$$

上述のようにして、右前輪WFRの回転数NRが左前輪WFLの回転数NLに対して増速されると、図3に斜線を施した矢印で示したように、旋回内輪である左前輪WFLのトルクの一部を旋回外輪である右前輪WFRに伝達することができる。この場合にも、左電磁クラッチCLの締結力を適宜調整してキャリヤ部材11の回転数を増速すれば、その増速に応じて右前輪WFRの回転数NRを左前輪WFLの回転数NLに対して増速し、旋回内輪である左前輪WFLから旋回外輪である右前輪WFRに任意のトルクを伝達することができる。而して、車両の中低速走行時には旋回外輪に旋回内輪よりも大きなトルクを伝達して旋回性能を向上させることが可能である。尚、高速走行時には前記中低速走行時に比べて旋回外輪に伝達されるトルクを少なめにしたり、逆に旋回外輪から旋回内輪にトルクを伝達して走行安定性能を向上させることが可能である。

【0022】(1)式および(2)式を比較すると明らかのように、第1ピニオン13、第2ピニオン14、第3ピニオン15、第1サンギヤ17、第2サンギヤ18および第3サンギヤ19の歯数を前述の如く設定したことにより、右前輪WFRから左前輪WFLへの増速率(約1.143)と、左前輪WFLから右前輪WFRへの増速率(約1.167)とを略等しくすることができる。

【0023】次に、図4～図7に基づいて左右の電磁クラッチCL、CRの構造を説明する。

【0024】アルミ合金等の非磁性材で形成されたハウジング20の内部に隣接して配置された左右の電磁クラッチCL、CRは、左右の出力軸9L、9Rの軸線Lに直交する対称面Pに関して左右対称な構造を有している。左右の電磁クラッチCL、CRは磁性材で概略円筒状に形成された共通のコア21を備えており、そのコア21は円筒状のハウジング20の内周面に嵌合して2本のボルト22、22で円周方向および軸方向に移動不能に固定される。コア21の軸方向左端部には左電磁クラッチCLの励磁コイル23Lおよびサーチコイル34Lが巻回され、コア21の軸方向右端部には右電磁クラッチCRの励磁コイル23Rおよびサーチコイル34Rが巻回される。

【0025】コア21の左側には磁性材で環状に形成されたアウターガイド24Lおよびインナーガイド25Lが同軸に配置される。アウターガイド24Lは、その外周面がハウジング20の内周面に円周方向に移動不能かつ軸方向に移動可能にスプライン結合26Rされ、インナーガイド25Lは、その内周面が第3サンギヤ19

(図1参照)と一体のスリーブ28の左端外周面に円周方向に移動不能かつ軸方向に移動可能にスプライン結合27Lされる。コア21の左端面には、励磁コイル23Lに軸方向の荷重が加わるのを防止すべく、非磁性材で環状に形成されたプレッシャプレート29Lが当接する。

【0026】プレッシャプレート29Lの左側に、6枚のアウターディスク30L…がアウターガイド24Lの内周面に円周方向移動不能かつ軸方向移動可能にスプライン結合されるとともに、前記6枚のアウターディスク30L…に対して交互に重ね合わされた5枚のインナーディスク31L…がインナーガイド25Lの外周面に円周方向移動不能かつ軸方向移動可能にスプライン結合される。そして左端のアウターディスク30Lの左側に、磁性材で環状に形成されたアマチュア32Lが軸方向移動可能に配置される。アマチュア32Lの左方向の移動はハウジング20の内周面に係止されたクリップ33Lにより規制されており、アマチュア32Lはクリップ33Lに当接する位置と、そこから右動してアウターディスク30L…およびインナーディスク31L…を相互に密着させる位置との間を軸方向に移動可能である。

【0027】同様にして、コア21の右側には磁性材で環状に形成されたアウターガイド24Rおよびインナーガイド25Rが同軸に配置される。アウターガイド24Rは、その外周面がハウジング20の内周面に円周方向に移動不能かつ軸方向に移動可能にスプライン結合26Rされ、インナーガイド25Rは、その内周面がキャリヤ部材11の左端外周面に円周方向に移動不能かつ軸方向に移動可能にスプライン結合27Rされる。コア21の右端面には、励磁コイル23Rに軸方向の荷重が加わるのを防止すべく、非磁性材で環状に形成されたプレッシャプレート29Rが当接する。

【0028】プレッシャプレート29Rの右側に、6枚のアウターディスク30R…がアウターガイド24Rの内周面に円周方向移動不能かつ軸方向移動可能にスプライン結合されるとともに、前記6枚のアウターディスク30R…に対して交互に重ね合わされた5枚のインナーディスク31Rがインナーガイド25Rの外周面に円周方向移動不能かつ軸方向移動可能にスプライン結合される。そして右端のアウターディスク30Rの右側に、磁性材で環状に形成されたアマチュア32Rが軸方向移動可能に配置される。アマチュア32Rの右方向の移動はハウジング20の内周面に係止されたクリップ33Rにより規制されており、アマチュア32Rはクリップ33Rに当接する位置と、そこから左動してアウターディス

ク30R…およびインナーディスク31R…を相互に密着させる位置との間を軸方向に移動可能である。

【0029】前記アウターディスク30L…、30R…およびインナーディスク31L…、31R…はステンレス鋼等の非磁性材で形成されており、その一方（例えば、インナーディスク31L…、31R…）の表面には、その他方（例えば、アウターディスク30L…、30R…）の表面に当接するクラッチフェーシング（図示せず）が張り付けられている。

【0030】ハウジング20およびコア21を貫通するようにコネクタ42が設けられており、このコネクタ42を介して左右の励磁コイル23L、23Rに給電され、また左右のサーチコイル34L、34Rで検出した誘導起電力が取り出される。

【0031】而して、電子制御ユニットUからの指令で左電磁クラッチCLに係合すべく励磁コイル23Lに給電すると、図4および図5に破線で示すように、磁性材のコア21、アウターガイド24L、アマチュア32Lおよびインナーガイド25Lよりなる閉じた磁路に沿って磁束が形成され、アマチュア32Lが励磁コイル23Lに向けて右方向に吸引される。その結果、アマチュア32Lに押圧されたアウターディスク30L…およびインナーディスク31L…がプレッシャプレート29Lとの間に挟まれて相互に密着し、第3サンギヤ19と一体のスリーブ28がハウジング20に結合されて左電磁クラッチCLに係合する。

【0032】同様にして、電子制御ユニットUからの指令で右電磁クラッチCRに係合すべく励磁コイル23Rに給電すると、図4および図5に破線で示すように、磁性材のコア21、アウターガイド24R、アマチュア32Rおよびインナーガイド25Rよりなる閉じた磁路に沿って磁束が形成され、アマチュア32Rが励磁コイル23Rに向けて左方向に吸引される。その結果、アマチュア32Rに押圧されたアウターディスク30R…およびインナーディスク31R…がプレッシャプレート29Rとの間に挟まれて相互に密着し、キャリヤ部材11がハウジング20に結合されて右電磁クラッチCRに係合する。

【0033】このように、左電磁クラッチCLの励磁コイル23Lの励磁により、あるいは右電磁クラッチCRの励磁コイル23Rの励磁により磁束が形成されたとき、アウターディスク30L…、30R…およびインナーディスク31L…、31R…が全て非磁性材で構成されているため、これらアウターディスク30L…、30R…およびインナーディスク31L…、31R…を通し、ての磁束の短絡を防止してアマチュア32L、32Rを確実に吸引することができる。

【0034】左電磁クラッチCLの励磁コイル23Lの励磁によりアマチュア32Lが右動してアウターディスク30L…およびインナーディスク31L…を密着させ

たとき、アマチュア32Lの右側面は、アウターガイド24Lおよびインナーガイド25Lの左側面との間に若干のエアギャップを有している。また右電磁クラッチCRの励磁コイル23Rの励磁によりアマチュア32Rが左動してアウターディスク30R…およびインナーディスク31R…を密着させたとき、アマチュア32Rの左側面は、アウターガイド24Rおよびインナーガイド25Rの右側面との間に若干のエアギャップを有している。従って、アウターディスク30L…、30R…およびインナーディスク31L…、31R…にアマチュア32L、32Rの推力を確実に伝達することができる。

【0035】長期の使用によりインナーディスク31L…、31R…に張り付けたクラッチフェーシングが摩耗すると前記エアギャップが次第に減少し、励磁コイル23Lの励磁時にアマチュア32Lの右側面がアウターガイド24Lおよびインナーガイド25Lの左側面に密着し、また励磁コイル23Rの励磁時にアマチュア32Rの左側面がアウターガイド24Rおよびインナーガイド25Rの右側面に密着するようになる。従って、クラッチフェーシングが完全に摩耗する前に前記エアギャップが消滅するように設定しておけば、クラッチフェーシングが完全に摩耗した状態でアウターディスク30L…、30R…およびインナーディスク31L…、31R…が相互に圧接されて焼き付きを起こすことが防止される。

【0036】図8に示すように、実励磁電流 $I_a$ によって励磁コイル23L、23Rが励磁されるとコア20、アウターガイド24L、24R、アマチュア32L、32Rおよびインナーガイド25L、25Rにより構成される磁路に沿って実磁束密度 $\phi$ が発生するため、コア20に巻回されたサーチコイル34L、34Rに誘導起電圧 $e$ が発生する。サーチコイル34L、34Rに発生した誘導起電圧 $e$ は電子制御ユニットUに入力され、そこで誘導起電圧 $e$ に基づいて励磁コイル23L、23Rが発生する実磁束密度 $\phi$ の時間変化率 $d\phi/dt$ が算出される。

【0037】即ち、サーチコイル34L、34Rで検出した誘導起電圧 $e$ と、それぞれのサーチコイル34L、34Rの巻数 $N$ と、励磁コイル23L、23Rにより発生する実磁束密度 $\phi$ の時間変化率 $d\phi/dt$ との間には、

$$d\phi/dt = e/N \quad \dots (3)$$

で与えられる関係が存在するため（ファラデーの法則）、前記（3）式に基づいて実磁束密度変化率 $d\phi/dt$ を算出することができる。このように、電磁クラッチCL、CRの励磁コイル23L、23Rの励磁により発生する実磁束密度変化率 $d\phi/dt$ を、ホール素子よりなる高価な磁束密度検出手段を用いることなく、簡便かつ低コストのサーチコイル34L、34Rで検出することができる。尚、誘導起電圧 $e$ に乗るノイズを除去すべく、励磁コイル23L、23Rおよび電子制御ユニッ



トUを接続する回路に抵抗35およびコンデンサ36よりなるフィルターが設けられる。また、前記実励磁電流Iaは左右の電磁クラッチCL, CRにそれぞれ設けられた実励磁電流検出手段37, 37により検出される。

【0038】次に、左右の電磁クラッチCL, CRの制御系について説明する。

【0039】図9から明らかなように、電子制御ユニットUは目標トルク配分量算出手段M1と、フィードフォワード制御手段M2と、目標磁束密度算出手段M3と、目標励磁電流算出手段M4と、電流フィードバック制御手段M5と、駆動回路M6と、遅れ要素手段M7と、微分手段M8と、実磁束密度変化率算出手段M9と、偏差算出手段M10と、ゲイン乗算手段M11とを備える。

【0040】目標トルク配分量算出手段M1は、車両の運転状態、つまりエンジントルクTe、エンジン回転数Ne、車速V、操舵角θ等に基づいて左右の前輪WFL, WFRへの目標トルク配分量Tmを算出する。フィードフォワード制御手段M2は、前記目標トルク配分量Tmに、その微分項成分を加算して補正したものを出力する。目標磁束密度算出手段M3は、フィードフォワード制御手段M2が出力した目標トルク配分量Tmを電磁クラッチCL, CRの励磁コイル23L, 23Rが発生すべき目標磁束密度φmに変換する。トルク配分量と磁束密度との間には電磁クラッチCL, CRの機種毎に一定の関係があるため、その関係を予めマップ化しておくことにより、目標トルク配分量Tmから目標磁束密度φmを検索することができる。

【0041】続いて、目標励磁電流算出手段M4は、目標磁束密度算出手段M3が出力した目標磁束密度φmから、電磁クラッチCL, CRの励磁コイル23L, 23Rに供給する目標励磁電流Imを算出する。目標磁束密度φmおよび目標励磁電流Imの関係は電磁クラッチCL, CRに固有のもので、予め計算や実験に基づいて知ることができる。目標励磁電流算出手段M4が算出した目標励磁電流Imは電流フィードバック制御手段M5に入力され、電流フィードバック制御手段M5は実励磁電流検出手段37で検出した実励磁電流Iaと前記目標励磁電流Imとの偏差ΔI(=Im-Ia)に基づいて、この偏差ΔIを0に収束させるための指令励磁電流Idを駆動回路M6に出力し、駆動回路M6は指令励磁電流Idに基づいて励磁コイル23L, 23Rに通電する。この電流フィードバック制御により、電磁クラッチCL, CRは前記目標励磁電流Imで駆動され、目標トルク配分量算出手段M1で算出した目標トルク配分量Tmを発生する。

【0042】さて、目標磁束密度算出手段M3で算出した目標磁束密度φmに基づいて励磁コイル23L, 23Rを励磁したとき、励磁コイル23L, 23Rに発生する実磁束密度φは、伝達関数1/(1+Ts)で表される一次遅れの特性を備える。例えば、図10に示すよう

に、目標磁束密度算出手段M3がステップ状の目標磁束密度φmを出力すると、励磁コイル23L, 23Rが発生する実磁束密度φは0からφmに向けて一次遅れ特性で漸増することになり、その変化特性は時定数Tにより決定される。サーチコイル34L, 34Rで検出された誘導起電圧eは、(3)式から明らかなように、励磁コイル23L, 23Rが発生する実磁束密度φの時間変化率dφ/dtに比例するため、実磁束密度変化率算出手段M9が誘導起電圧eから算出した実磁束密度変化率dφ/dtは、図10に示すような特性を持つことになる。

【0043】一方、目標磁束密度算出手段M3から目標磁束密度φmが入力された遅れ要素手段M7は、目標磁束密度φmに前記伝達関数1/(1+Ts)を作用させて一次遅れの目標磁束密度φm'を算出する。このとき、伝達関数1/(1+Ts)の時定数Tは、入力である目標磁束密度φmと出力である実磁束密度φとの関係を実測して知ることができる。そして遅れ要素手段M7が出力する一次遅れの目標磁束密度φm'は、微分手段M8において時間微分されて遅れ目標磁束密度変化率dφm'/dtが算出され、この遅れ目標磁束密度変化率dφm'/dtと実磁束密度変化率算出手段M9が出力する実磁束密度変化率dφ/dtとの偏差ER(=dφm'/dt-dφ/dt)が偏差算出手段M10で算出される。

【0044】ところで、励磁コイル23Lの消磁時にアマチュア32Lの右側面とアウターガイド24Lおよびインナーガイド25Lの左側面との間に発生しているエアギャップは、アマチュア32L、アウターガイド24Lおよびインナーガイド25Lが軸方向に変位可能であるので、車両の走行による振動等で広がっている可能性がある。また励磁コイル23Rの消磁時にアマチュア32Rの左側面とアウターガイド24Rおよびインナーガイド25Rの右側面との間に発生しているエアギャップは、アマチュア32R、アウターガイド24Rおよびインナーガイド25Rが軸方向に変位可能であるので、車両の走行による振動等で広がっている可能性がある。その結果、電磁クラッチCL, CRを締結すべく励磁コイル23L, 23Rを励磁したとき、前記エアギャップが最小になるまでの間、励磁コイル23L, 23Rの目標磁束密度φmと目標励磁電流Imとの関係が、目標励磁電流算出手段M4において予め記憶されている関係から外れてしまい、電磁クラッチCL, CRの応答性が低下する等の不具合が発生する。かかる不具合は、励磁コイル23L, 23Rを励磁した瞬間に、アマチュア32L, 32Rが粘性を有する潤滑油を引きずりながらエアギャップ内をゆっくりと空動し、磁束密度の立ち上がりが遅れることによって更に増長されてしまう。

【0045】エアギャップが初期設定値から変化しなければ、偏差算出手段M10で算出される二つの磁束密度

10

20

30

40

50



変化率  $d\phi m' / dt$ ,  $d\phi / dt$  の偏差  $ER$  は実質的に 0 になるはずであるが、励磁コイル 23L, 23R を励磁した瞬間にはエアギャップが広がっている可能性があるため、偏差算出手段 M10 は 0 でない偏差  $ER$  をゲイン乗算手段 M11 に出力する。ゲイン乗算手段 M11 は偏差  $ER$  にゲイン  $K$  を乗算した補正值  $K \cdot ER$  を目標励磁電流算出手段 M4 に出力し、目標励磁電流算出手段 M4 は補正值  $K \cdot ER$  に基づいて目標励磁電流  $I_m$  を補正する。即ち、目標磁束密度  $\phi m$  および目標励磁電流  $I_m$  の関係関数  $f$  を用いて、 $\phi m = f(I_m)$  で表せるとき、目標励磁電流算出手段 M4 は前記関数  $f$  の逆関数  $f^{-1}$  を用いて、補正後の目標励磁電流  $I_m$  を、 $I_m = f^{-1}(\phi m + K \cdot ER)$  により算出する。

【0046】以上のように、エアギャップが広がっていることの影響を受けない遅れ目標磁束密度変化率  $d\phi m' / dt$  と、エアギャップが広がっていることの影響を受ける実磁束密度変化率  $d\phi / dt$  との偏差  $ER$  に基づいて目標励磁電流  $I_m$  を補正するので、励磁コイル 23L, 23R を励磁した瞬間にエアギャップが広がっていることの影響で適切な目標励磁電流  $I_m$  が得られなくなるのを防止し、電磁クラッチ CL, CR の応答性を高めることができる。しかも実磁束密度変化率  $d\phi / dt$  はサーチコイル 34L, 34R のような安価な検出手段の出力から容易に算出可能であるため、コストダウンに寄与することができる。

【0047】以上、本発明の実施例を詳述したが、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々の設計変更を行うことが可能である。

【0048】例えば、電磁クラッチ CL, CR の制御系は一次遅れの特性を有するものに限定されず、二次遅れの特性を有するものであっても良い。また実施例では駆動輪間でトルク配分を行う駆動力配分装置の電磁クラッチ CL, CR を例示したが、本発明は他の任意の用途の電磁クラッチに適用することができる。

【0049】

【発明の効果】以上のように請求項 1 に記載された発明によれば、電磁クラッチの目標磁束密度に制御系の遅れ要素を加味した遅れ目標磁束密度を算出し、この遅れ目標磁束密度を時間微分した遅れ目標磁束密度変化率を電磁クラッチの実磁束密度変化率と比較して両者の偏差を

算出し、励磁コイルを励磁した瞬間にアマチュアのエアギャップが広がっていること等の外乱要素に起因して発生する目標励磁電流の誤差を前記偏差に基づいて補償するので、電磁クラッチの締結時における応答性の低下を効果的に防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】駆動力配分装置の構造を示す図

【図 2】中低車速域での右旋回時における駆動力配分装置の作用を示す図

【図 3】中低車速域での左旋回時における駆動力配分装置の作用を示す図

【図 4】図 1 の要部拡大図

【図 5】図 4 の 5-5 線断面図

【図 6】図 4 の 6-6 線断面図

【図 7】図 4 の 7-7 線断面図

【図 8】電磁クラッチの実励磁電流  $I_a$  および起電圧  $e$  の検出手法の説明図

【図 9】制御系のブロック図

【図 10】ステップ状に変化する入力目標磁束密度に対する出力磁束密度および磁束密度変化率の変化を示すグラフ

【符号の説明】

CL 電磁クラッチ

CR 電磁クラッチ

$d\phi / dt$  実磁束密度変化率

$d\phi m' / dt$  遅れ目標磁束密度変化率

ER 偏差

$I_a$  実励磁電流

$I_m$  目標励磁電流

M3 目標磁束密度算出手段

M4 目標励磁電流算出手段

M5 電流フィードバック制御手段

M7 遅れ要素手段

M8 微分手段

M9 実磁束密度変化率算出手段

M10 偏差算出手段

Tm 目標トルク配分量 (目標締結力)

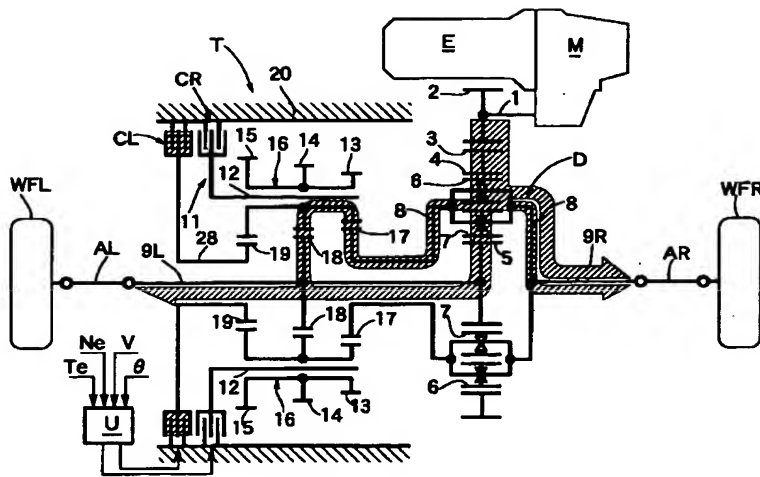
$\phi m$  目標磁束密度

$\phi m'$  遅れ目標磁束密度

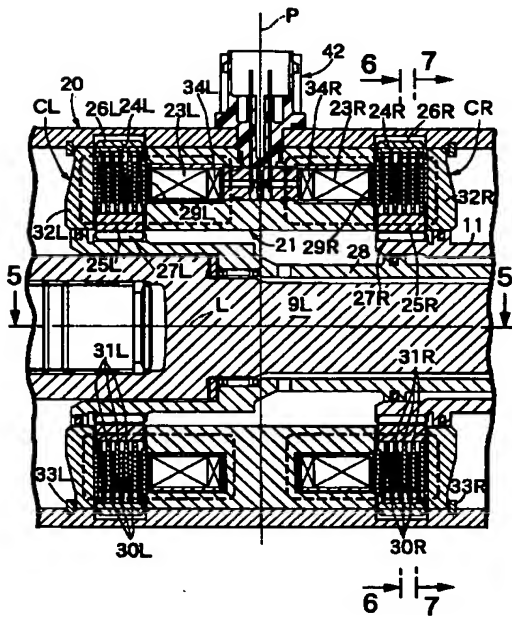
37 実励磁電流検出手段



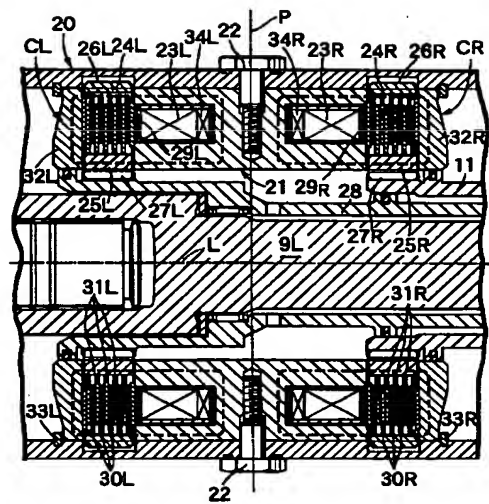
【図3】



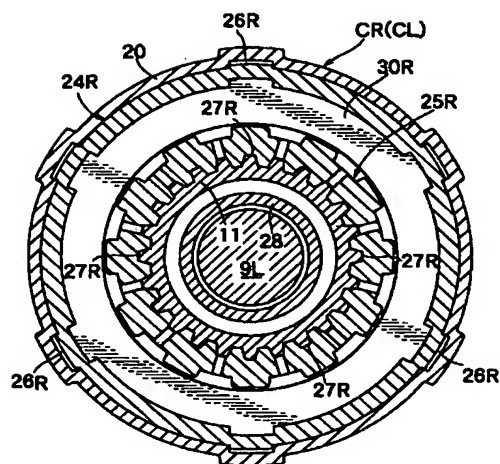
【図4】



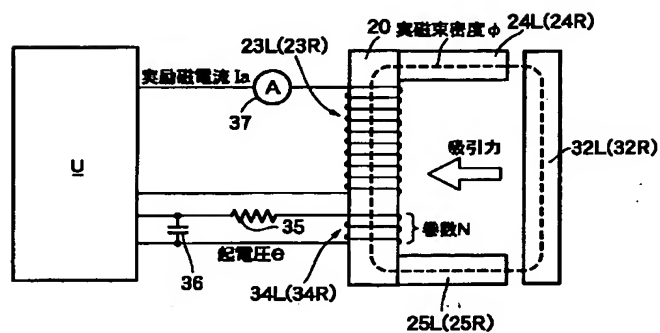
【図5】



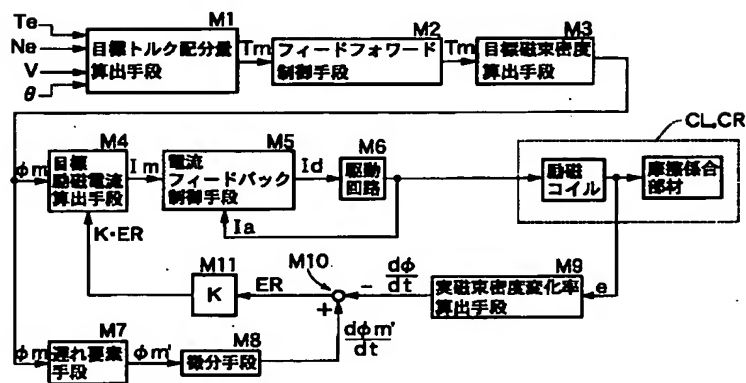
【图7】



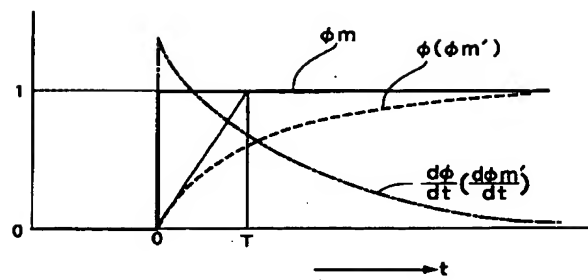
【图8】



【图9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 栗林 隆司  
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
 社本田技術研究所内  
 (72)発明者 泊 辰弘  
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
 社本田技術研究所内

(72)発明者 堀 昌克  
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
 社本田技術研究所内  
 Fターム(参考) 3J057 AA01 AA09 BB04 EE09 GA49  
 GB21 GE05 GE13 HH02 JJ05